第四章　稻熱病發生生態

蔡武雄、簡錦忠　執筆

影響稻熱病發生的因子甚多，但主要爲氣候因子與營養肥料。氣候因子如長期細雨，缺乏日照，微風的天氣，露水時間及高濕的環境。營養肥料主要是氮肥之影響最大，氮肥施用愈多，無論葉、穗或節稻熱病的發生亦愈多。本省過去從事生態方面之研究者概括病原菌產胞與氣象之關係，空中分生胞子之採集，露水與病害以及肥料與發病之關係，現就所得之資料，整理如下，供爲今後研究之參考。

病原菌分生胞子採集數

1. 稻熱病在不同地點發生情形及胞子採集數

1977年水稻品種台南 5 號及嘉農秈 8 號在本省八個地點之發病情形與分生胞子之採集數顯示在水稻生育期間所採集的胞子數以發病較重的地點所採集到的胞子數較多，但發病率與胞子數在不同的地點並非成正比例（表4.1）。在不同地點宜蘭

表4.1　1977年不同地點稻熱病發病率及胞子採集數

地點	一期作					二期作				
	葉病斑面積率(%)		罹病穗率(%)		胞子數[a]	葉病斑面積率(%)		罹病穗率(%)		胞子數
	台南5號	嘉農秈8號	台南5號	嘉農秈8號		台南5號	嘉農秈8號	台南5號	嘉農秈8號	
宜蘭縣壯圍鄉	6.3	5.3	4.5	68.1	1516	0.3	0.2	1.8	0.4	158
新竹縣峨眉鄉	14.1	0.4	57.4	25.9	6786	1.0	0.2	23.0	26.7	747
彰化縣社頭鄉	4.3	2.0	67.9	74.6	749	0.3	0.2	3.6	7.4	2
南投縣名間鄉	0.03	0.02	4.5	1.8	29	0.1	0.0	12.1	2.2	64
臺中縣霧峰鄉	—[b]	—	2.2	0.5	545	—	—	—	—	—
臺南縣白河鎮	11.7	0.2	40.2	0.0	1018	0.2	0.0	0.0	0.0	918
屏東縣萬巒鄉	8.9	0.7	12.1	1.6	7918	0.02	0.02	0.2	1.0	6
花蓮縣吉安鄉	0.5	9.6	22.0	5.8	478	—	—	0.0	0.0	23

a. 胞子數係水稻生育期間所採集的胞子總數

b. —缺資料

縣壯圍鄉分生胞子從 4 月到11月 (7月缺)，新竹縣峨眉鄉從 4 月到10月，台南縣白河鎭從 3 月到10月均可採集得到，其他地區則集中於 3 月到 6 月(表4.2)。

表4.2 1977年不同地點稻熱病菌分生胞子每月採集數

地　　點	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月
宜蘭縣壯圍鄉	0	183	811	452	0	25	59	67	7
新竹縣峨眉鄉	0	1051	5487	68	180	178	255	5	0
彰化縣社頭鄉	14	43	167	525	0	0	1	1	0
南投縣名間鄉	0	15	5	9	0	0	34	23	7
臺中縣霧峰鄉	1	163	271	110	—[a]	—	—	—	—
臺南縣白河鎭	13	818	162	19	103	497	303	15	0
屏東縣萬巒鄉	979	6899	45	0	0	0	0	0	0
花蓮縣吉安鄉	0	209	269	0	0	0	23	0	0

a. 一表示缺資料。

2. 一天當中每小時分生胞子採集數之變化

稻熱病菌分生胞子採集數在夜間到清晨數目最多，白天數目較少 (表4.3)。但此種情形亦有變化，若逢連續陰雨，日照不足時，即使是在白天，其釋放出來的分生胞子數會比夜晚多(圖4.3)，例如在白河試驗田9時到17時分生胞子數出現高峰。

表4.3 每天的胞子採集數之變化(1977年10月 2－10日)

日期	時																						間		
	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	計	露水時間
10月																										
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	6	3	4	2	2	0	1	5	4	0	0	30	12(20-8)
3	0	0	0	0	0	1	4	2	11	10	5	17	12	1	13	9	2	3	0	0	0	0	0	0	90	14(17-7)
4	0	0	0	0	1	0	2	5	1	8	15	30	14	19	23	12	1	7	5	3	9	0	0	0	155	12(19-7)
5	0	1	0	1	1	0	2	2	4	5	7	24	17	17	30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	113	11(21-8)
6	0	0	1	4	1	2	1	2	0	5	4	0	4	7	6	2	8	5	0	0	1	0	0	2	55	11(21-8)
7	7	4	0	8	5	4	3	7	2	5	5	3	2	4	4	1	2	12	1	3	1	1	0	6	90	14(20-10)
8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	14	12	27	5	21	3	18	2	0	0	0	0	0	0	105	12(19-7)
9	0	0	0	1	2	1	3	2	4	1	2	5	4	6	1	1	3	2	3	8	0	1	0	0	50	9(23-8)
10	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	2	4	1	0	2	1	2	2	0	0	1	0	23	6(23-5)
計	7	6	1	14	10	10	15	20	24	39	52	94	83	69	102	32	40	34	11	17	16	6	1	8	711	

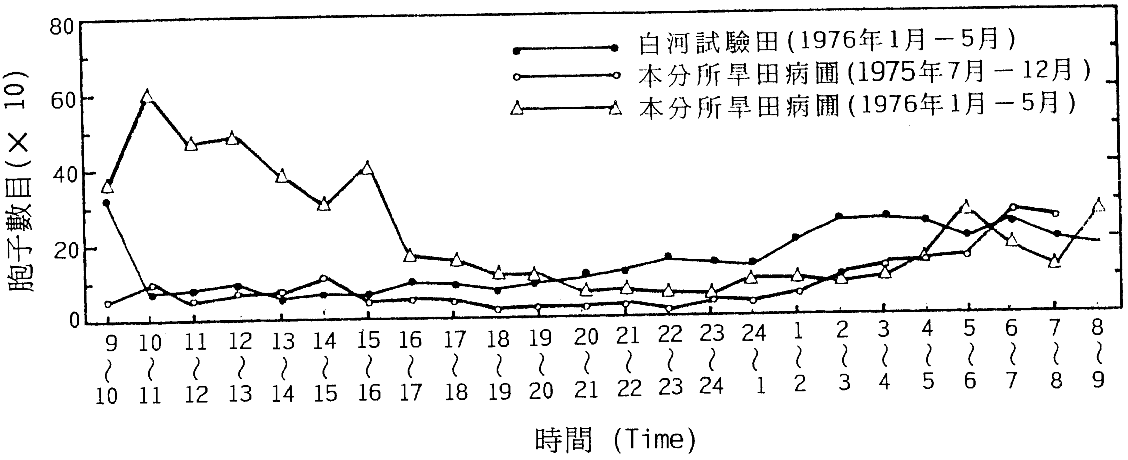

圖4.1　每天的胞子採集數之變化

3. 田間分生胞子數之消長

1976年在 3 月上旬就可收集到分生胞子，但1977年在 3 月下旬才收集到分生胞子。1976年11月上旬還可以收集到分生胞子，1977年10月上旬還可收集到分生胞子，但中旬以後就收集不到分生胞子。一般第一期作在 4月中旬葉稻熱病發病高峰期前後所收集到的分生胞子最多 ，第二期作在八月中旬收集到的分生胞子最多(圖4.2)。

4. 降雨影響分生胞子採集數

降雨影響分生胞子之釋放及採集。1977年 9 月22日下午 7 時開始下雨，到23日上午 4 時止共9小時，下雨量17mm，經過 5 小時後才開始收集到分生胞子，9月23日下午2～4時下雨1.6mm，雨後立即連續採集到甚多的分生胞子。9月24日下午1時到25日上午 5 時止共17小時，下雨 127.6mm，經過 5 小時後才開始收集到分生胞子。9月25日下午6-8時下雨 1.1mm，收集到的分生胞子顯著地較下雨前爲多。故小雨後空氣中胞子多，大雨後空氣中分生胞子反而減少(圖4.3)。

5. 分生胞子最早採集到日期與發病日期比較

利用胞子採集器收集空氣中之分生胞子時，有時在葉稻熱病發生以後才收集到分生胞子，如新竹縣峨眉鄉，台南縣白河鎮及花蓮縣吉安鄉。先採集到分生胞子以後再發生葉稻熱病者有宜蘭縣壯圍鄉，彰化縣社頭鄉，南投縣名間鄉及台中縣霧峰鄉 (表4.4)。所以要利用採集到的分生胞子來預測病害的發生有困難，因爲在發病以後才收集到分生胞子時，預測已經來不及。

表4.4 1977年一期作胞子最早採集到日期與臺南5號葉稻熱病始發日期比較

地 點	胞子採集到日期	臺南 5 號葉稻熱病始發日期
宜蘭縣壯圍鄉	16／IV	17／IV
新竹縣峨眉鄉	12／IV	11／IV
彰化縣社頭鄉	27／III	8／IV
南投縣名間鄉	1／IV	11／IV
臺中縣霧峰鄉	26／III	9／IV
臺南縣白河鎮	27／III	23／III
花蓮縣吉安鄉	22／IV	14／IV

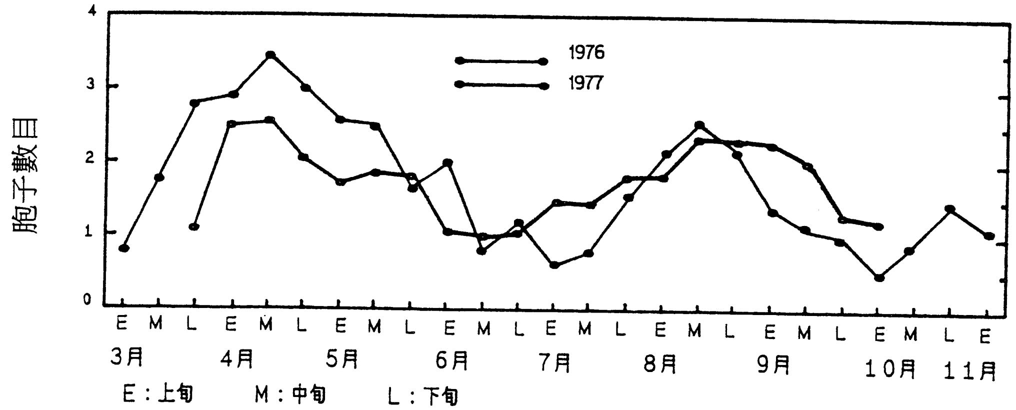

圖4.2 田間胞子每月消長情形

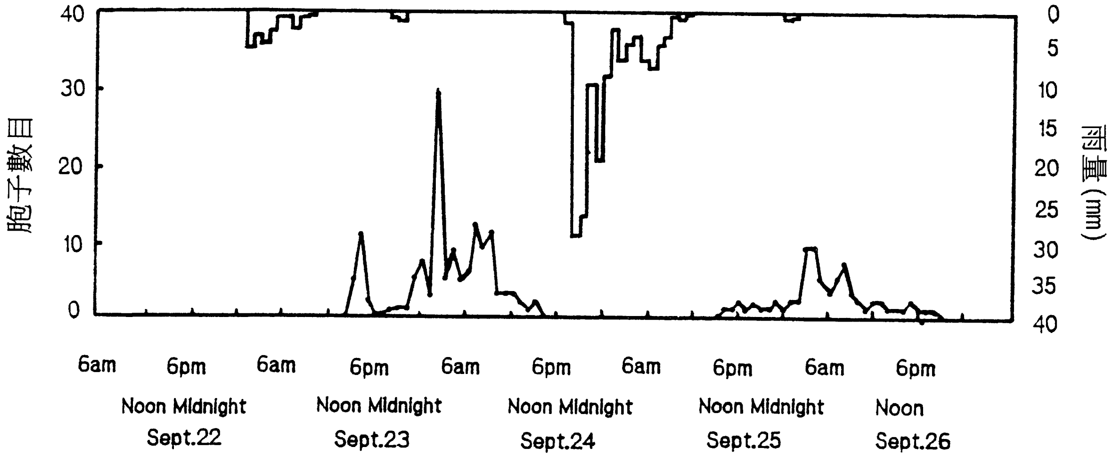

圖4.3 雨量對空氣中稻熱病菌胞子數目的影響

6. 水稻抽穗以後採集到的分生胞子數

水稻在抽穗以後仍可以採集到分生胞子，第一期作所採集到的分生胞子比第二期作多(表4.5)。

表4.5　水稻抽穗到收穫期的胞子收集數

期作	期間	胞子數	
一期作			
1976	5月　中旬	269	401
	下旬	42	
	6月　上旬	90	
1977	5月　上旬	45	181
	中旬	66	
	下旬	51	
	6月　上旬	-a	
	中旬	19	
二期作			
1976	9月　下旬	5	43
	10月　上旬	3	
	中旬	8	
	下旬	27	
1977	10月　上旬	15	15
	中旬	0	
	下旬	0	
	11月　上旬	0	

a. 玻片被雨水沖洗，收集不到分生胞子。

降雨日數與稻熱病發生之關係

一般在稻熱病發生期間，降雨日數越多，發病越嚴重　。例如水稻品種台南 5 號在1978年 3月11日開始發病，以後30天內之降雨日數爲16天，有利於病害之發生，其發病率達93.5%。1977及1978年在開始發病以後30天之降雨日數各爲 2 及 3 天，其發病率各爲40.1及58.2%(表4.6)。

表4.6　降雨日數與臺南五號葉稻熱病發生的關係

年次	降雨日數[a]	發病率 (%)
1976	3	58.2
1977	2	40.1
1978	16	93.5

a. 降雨日數爲葉稻熱病發病後30天內的降雨日數

水稻品種嘉農秈八號之病斑數亦與降雨日數有明顯的關係，降雨日數越多，病斑數越多(表4.7)。

不僅葉稻熱病之發生受降雨日數之影響，穗稻熱病之發生亦與降雨日數有關，降雨日數越多，穗稻熱病發生越多(表4.8)。

表4.7 降雨日數與嘉農秈八號葉稻熱病發生的關係

日	期	降雨日數	每株病斑數	平均溫度(℃)
1975年10月	上旬	9	42.5	28.3
	中旬	2	8.2	27.6
	下旬	2	3.3	26.0
1977年 7月	上旬	5	10.7	30.2
	中旬	5	11.0	29.4
	下旬	10	25.7	28.0

表4.8 降雨日數與臺南5號穗稻熱病發生之關係

期作	插秧期	抽穗期	發病期	收穫期	發病率(%)	降雨日數[a]
第一期作						
1976	1月15日	5月10日	5月25日	6月 9日	27.6	5
1977	1月20日	5月 7日	5月23日	6月16日	40.2	23
第二期作						
1976	7月16日	9月20日	10月11日	11月 3日	9.6	9
1977	7月29日	10月 3日	—[b]	11月12日	0	0

a. 降雨日數係從抽穗後到收穫止。

b. 不發病。

溫度與稻熱病發生之關係

葉稻熱病病斑可分爲R(抗病型)，M(中間型)，S(感病型)三種。品種嘉農秈八號之R，M及S型病斑數之比例受到溫度的影響(表4.9)。在10月下旬平均溫度爲28.1℃，中旬爲

表4.9　溫度對嘉農秈八號葉稻熱病S,M,R型病斑數的影響

日　　期		病	斑	數/株	溫	度	(℃)
		S	M	R	Max.	Min.	Ave.
10月	上 旬	3.7 (1)	39.7 (10.7)	23.8 (6.4)[a]	32.4	23.8	28.1
	中 旬	2.4 (1)	37.6 (15.7)	51.3 (21.4)	31.0	20.9	25.9

a. S, M, R 病斑數的比例

25.9℃，相差2.2℃ 。10月上旬與中旬的最高溫度相差1.4℃，最低溫度相差2.9℃，10月上旬的 S, M 及 R 型病斑數的比例爲 1：10.7：6.4, 10月中旬因溫度急速下降尤甚，所以 S, M 及 R 型病斑比例爲1：15.7：21.4。所以嘉農秈八號在高溫時出現的病斑數以 S 及 M 型居多，但在低溫時出現的病斑型以 R 型較多。

在田間連續三年之觀察，葉稻熱病發生前七天的日平均溫度在19～25℃(表4.10)。謝及梁(1968)亦報告溫度對胞子發芽之影響。將病斑上所釋放之胞子做成懸浮液，無論置於載玻片或3～4週稻齡之葉片上皆可於12～36℃間發芽，尤其在切葉上發芽最好，在16～32℃之溫度下保持 6 小時，其發芽率達90～100%(表4.11)。

表4.10　1976年至1978年間臺南5號葉稻熱病初發病前七天的平均溫度(℃)

年　　次	葉稻熱病初發生前日數(天)						
	1	2	3	4	5	6	7
1976	24.0	23.0	19.3	21.8	25.0	23.5	23.3
1977	22.5	21.3	21.0	22.0	24.0	23.0	22.8
1978	19.5	21.3	24.3	24.0	23.3	19.0	21.8

表4.11 稻熱病菌在不同溫度下之發芽率 (謝及梁，1968)

溫度 (℃)	時間 玻片上 6	14	切葉上 3	6	8	10
12	58*	81	12	31	81	99
16	90	94	73	90	99	100
20	89	96	82	93	100	100
24	90	97	88	93	100	100
28	92	97	94	99	100	100
32	76	95	89	96	95	100
36	60	78	53	58	54	63

* 發芽率，胞子來源爲臺南 5 號病斑上收集者。

溫度對附著器之形成，以16～24℃最適合，28℃次之，而36℃只有極少胞子可形成附著器(表4.12)。

溫度對病原菌侵入葉片之影響，在20～28℃溫度範圍內，接種 6小時就可侵入寄主，32℃則須 8 小時方能侵入，16℃需10小時，12℃需24小時始能侵入(表4.13)。

表4.12 溫度對稻熱病菌在葉片上形成附著器之影響 (謝及梁，1968)

溫度 (℃)	經過時間 2	3	4	6	8	10	12	24
12	0*	0	3	0	3	18	12	10
16	0	9	15	18	43	82	91	95
20	0	9	20	22	55	64	68	90
24	0	15	19	26	48	84	81	89
28	0	11	20	24	46	55	73	66
32	0	11	13	21	26	30	36	32
36	0	2	5	3	1	1	0	1

* 形成率，胞子採自臺南 5 號之病斑，供試葉片也用臺南 5 號。

表4.13　稻熱病菌在不同溫度下對葉片之侵入　(謝及梁，1968)

溫度 (℃)	經過時間 4	6	8	10	12	24
12	0*	0	0	0.1	0.2	4
16	0	0	1	5	14	25
20	0	3	10	9	17	26
24	0	2	11	12	18	37
28	0	7	10	11	19	24
32	0	0	6	5	13	10
36	0	0	0	0	0	0

* 侵入率，胞子採自臺南 5 號之病斑，供試葉片也是臺南 5 號

露期對稻熱病發病之影響

利用水稻品種崑山五香粳(極感病品種)，插秧密度分爲5×5，10×10，20×20及40×40公分，以瞭解露期及露量與稻熱病發生之關係。供試稻於 9 月 3 日插秧，葉稻熱病於5×5公分區自 9 月21日出現病斑，每叢平均病斑數爲7.3個，9 月23日爲11.5個，9月25日爲18.8個，9 月27日爲40.1個，9 月29日51.2個。10×10公分區在 9 月23日出現病斑，病勢進展曲線與5×5公分相同，但病斑數較少 。20×20公分區於 9 月29日才出現病斑，10月 1 日每叢之平均病斑數僅16.2個而已 。而40×40公分區皆無病斑出現(圖4.4)。

爲進一步瞭解各不同密度之稻叢內的露期及露量之實際變化情形，利用dew dynamics測定水膜相對厚度(Relative wetness)。從10月 6 日19:00開始，在5×5公分及10×10公分區已呈現水膜，其後水膜厚度直昇。5×5公分區高達82% ，翌晨08:00時下降至12%，自出現水膜至消失之時間計13小時之久 。10公分×10公分區在20:30時超過30%，其上昇速度比5×5公分區緩慢，在00:30時才達到70%，其後維持至翌晨07:00時，其中最高爲74.0%，有露水時間與5×5公分區相同。20×20公分區及40×40公分區自20:00時至24:00時均爲30～45%，其後漸次下降 ，至翌晨08:00時已測不出水膜相對厚度(圖4.5)。

露水保持時間之長短與胞子發芽率，附著器形成率及病斑數等均有密切之關係，露水時間保持越久，則胞子發芽率，附著器形成率及病斑數越高(表4.14)。

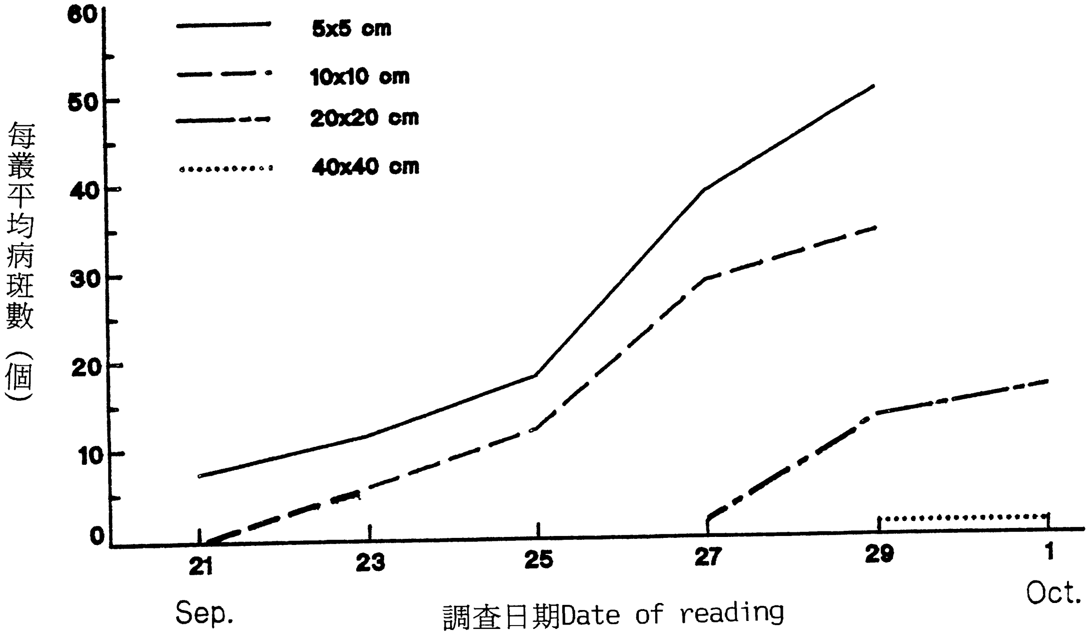

圖4.4 插秧密度與稻熱病發生之關係（簡，1984）

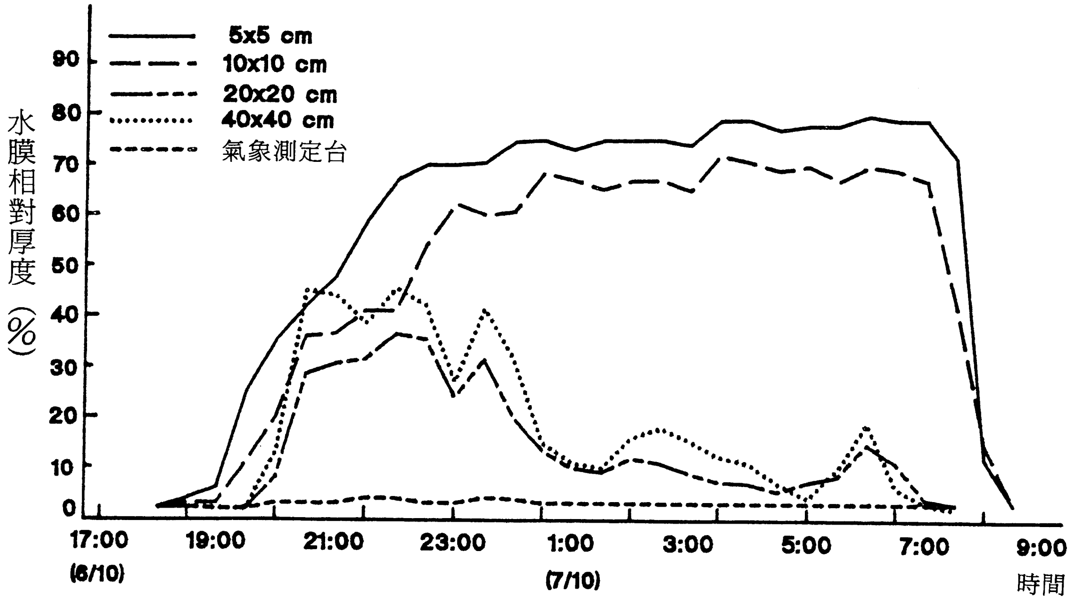

圖4.5 插秧密度與水膜相對厚度之關係（簡，1984）

表4.14　露期保持時間與發病之關係

露期保持 時　間	調查秧苗 支　數	總病斑數	每支苗平均 病　斑　數	胞子發芽率 (%)	附著器形成率 (%)
4	88	0	0.00	54.6	0.0
6	78	3	0.04	76.8	5.5
8	82	46	0.56	87.4	25.4
10	89	116	1.30	91.1	40.7
12	108	494	4.57	92.4	42.0
16	93	907	9.75	93.4	63.0
20	107	1,101	10.29	94.5	71.5
22	110	1,495	13.59	97.5	71.7
24	106	1,952	18.42	97.8	86.5

肥料對稻熱病之影響

一般而言，多施用氮肥可以增高發病程度。至於磷鉀肥對稻熱病的影響，並無一定性的效應。根據黃(1970)等之試驗，利用不同的組合(表4.15)對葉及穗稻熱病之影響。在 8 種組合處理中，以處理 5 及 8 對葉稻熱病抑制效應最大，其次爲處理7，再次爲處理1，6，而處理3，2及4之效應最小 (圖4.6) 。 換言之，對葉稻熱病抑制效應最佳之組合處理分別爲(1)栽培台農67號(2)施用矽酸鈣(3)每公頃施用氮素160公斤(4)採用75%基肥 25%穗肥之分配率(5)發病前施用50%熱必斯可濕性粉劑。對穗稻熱病之發病率以處理2，3，4及1最低，處理間差異不顯著(表4.16)。故就穗稻熱病而言，栽培台農67號，氮素用量每公頃160公斤，施用矽酸鈣，不施藥條件下，最適於穗稻熱病發生。

結　　論

稻熱病目前乃爲主要的水稻病害，而影響本病發生的因子甚多，除了水稻品種的抵抗性及病原菌的小種以外，乃爲環境因子的影響。本文中討論到影響病原菌產胞的因子如降雨，溫度，露水及肥料等對稻熱病發生的影響，當然，除了這些因子以外，還有其他重要的因子，但因爲本省過去的研究報告有限，故僅能就所收到的資料加以整理，希望今後在稻熱病生態方面的研究能有更多的報告發表，以提供學者研究及防治上的參考。

表4.15 各試驗因素之組合 (黃，1970)

處　理	因	素	之	組	合		
1	A_1	B_1	C_1	D_1	E_1	F_1	G_1
2	A_1	B_1	C_1	D_2	E_2	F_2	G_2
3	A_1	B_2	C_2	D_1	E_1	F_2	G_2
4	A_1	B_2	C_2	D_2	E_2	F_1	G_1
5	A_2	B_1	C_2	D_1	E_2	F_1	G_2
6	A_2	B_1	C_2	D_2	E_1	F_2	G_1
7	A_2	B_2	C_1	D_1	E_2	F_2	G_1
8	A_2	B_2	C_1	D_2	E_1	F_1	G_2

說明：(一)品種:A_1 臺南 5 號，A_2 臺農67號。
(二)矽酸鈣：B_1 施用2,000公斤/公頃，B_2 不施用。
(三)氮素施用量：C_1 80公斤/公頃，C_2 160公斤/公頃。
(四)氮素分配率：D_1 75%基肥，25%穗肥，D_2 25%基肥，25%第一次追肥，30%第二次追肥，20%穗肥。
(五)殺　菌　劑：E_1 6%撲殺熱粒劑，E_2 50%熱必斯可濕性粉劑。
(六)施藥時間：F_1 發病前，E_2 發病後。
(七)施　藥　量：G_1 不施藥，G_2 撲殺熱粒劑30公斤/公頃，或熱必斯可濕性粉劑 1 公斤/公頃。

表4.16 不同因素組合對穗稻熱病發病率之效應 (黃等，1970)

組合處理	發病率 (%)	
1	2.97	cd*
2	0.27	d
3	1.26	d
4	1.25	d
5	9.43	bc
6	24.28	a
7	11.89	b
8	8.69	bc

* 發病率後所附英文字母有相同者，表示根據鄧肯氏多變距測驗法檢定結果在5%顯著水準無差異。

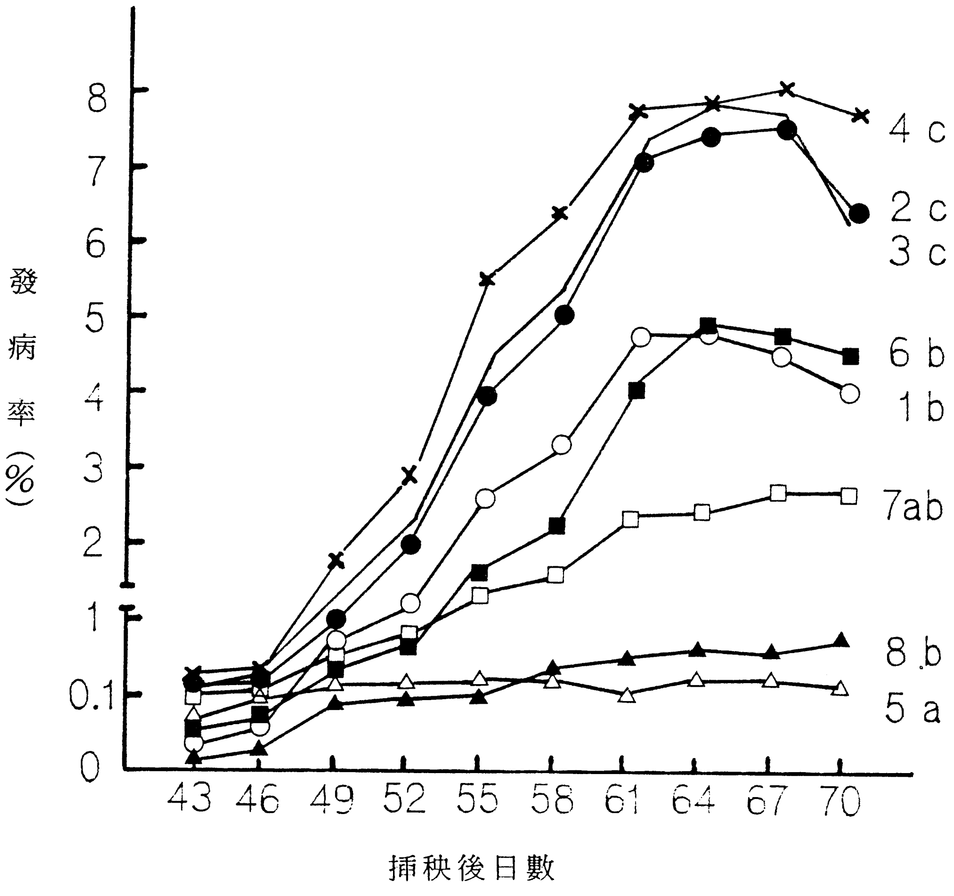

圖4.6　不同因子組合處理對葉稻熱病病勢進展之影響（黃，1970）